



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques
«BioProcédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

Suivi de traitement des eaux usées au niveau de la STEP
Fès : optimisation des conditions dans les bassins biologiques

Présenté par :

-Mlle Najoua El harrass

Encadré par :

-Pr Fatima Fadil (FSTF)

- Mlle Lamia zaari (STEP)

Soutenu le : Le Mercredi 12 Juin 2019

Devant le jury composé de :

- Pr Fatima Fadil(FSTF)
- Pr Amal Azzouzi(FSTF)

Année universitaire
2018/2019

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes parents

Pour tous l'amour, l'affection et la générosité dont vous m'avez entouré, pour
Tous ce que vous avez fait pour moi. Je ferais de mon meilleur pour rester un
sujet de fierté à vos yeux.

A mes frères

Pour leur patience, soutien et leurs sentiments d'amour aux moments les plus
difficiles. Vous m'avez toujours aidé par vos conseils et vos sacrifices. Je vous
souhaite plein de succès, de joie et de bonheur.

A ma famille

Qui m'a toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes meilleurs amis

Pour les moments forts et agréables qu'on a passés ensemble.

Remerciements

Au terme de ce travail, je voudrais adresser mes plus sincères remerciements

A Mr Yassin Bissi

Le Directeur Générale de WATERLEAU qui m'a offert l'opportunité d'effectuer
mon stage de projet de fin d'étude au sein de cet établissement.

A Mme Fatima Fadil

Professeur à la FST de Fès qui a acceptée favorablement de m'encadrer
pendant ce stage et pour ses conseils et son temps accordé.

A Mlle Lamia Zaari

Responsable du laboratoire de contrôle de qualité à la STEP pour son
encadrement, son aide, ses conseils, et sa gentillesse.

A tous les membres du jury

Pr Amal azzouzzi, qui a fait l'honneur d'accepter
de juger mon travail.

A Tous les Professeurs

Qui nous ont encadrés au cours de notre formation
à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

A mes collègues du Laboratoire STEP

Pour leur esprit d'équipe et leur bonne humeur.

Liste des figures

Figure 1: Image satellite de la STEP.....	2
Figure 2 : Dégrilleur grossier	6
Figure 3 : Dégrilleur fin	6
Figure 4 : Dessableur / Déshuileur.....	7
Figure 5 : Décanteur lamellaire.....	7
Figure 6 : Bassins biologiques	8
Figure 7 : Dégazeur.....	8
Figure 8 : Clarificateur	9
Figure 9 : Epaississeur	9
Figure 10 : Flottateur.....	10
Figure 11 : Bassin des boues non digérés	10
Figure 12 : Digesteur.....	11
Figure 13 : Filtre à bande	11
Figure 14 : Chaulage.....	12
Figure 15 : Hall de stockage	12
Figure 16 : Désulfure d'un biogaz	13
Figure 17 : Gazomètre.....	13
Figure 18 : Unité de cogénération.....	14
Figure 19 : Préleveur d'échantillon	15
Figure 20 : DBO mètre.....	16
Figure 21 : Blok chauffant	16
Figure 22 : Les kits de DCO	16
Figure 23 : Les kits de phénol.....	17
Figure 24 : Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP(Avril).....	18
Figure 25 : Evolution de la DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril)	18
Figure 26 : Evolution des poly phénolsà l'entrée de la STEP (Avril).....	19
Figure 27: <i>Euplotes</i> à 1000X	20
Figure 28: <i>Arcella</i> sp.à1000X	20
Figure 29 : <i>Rotifères</i> à 1000X.....	21
Figure 30 : Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mai).....	21
Figure 31 : Evolution de la DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mai)	21
Figure 32 : Evolution des poly phénols à l'entrée de la STEP (Mai).....	22
Figure 33: <i>Trithigmostoma</i> à 1000X.....	23
Figure 34 : <i>Vorticelle</i> à 1000X.....	23
Figure 35 : <i>Litonotus</i> sp.à 1000X.....	23
Figure 36 : <i>Podophrya</i> sp. à 1000X	23

Sommaire

Introduction.....	1
Présentation de la STEP-Fès	2
Partie 1 : Etude bibliographie	3
I - Généralités	3
1 - Les eaux usées	3
2 - Les types des eaux usées	3
2-1 - Les eaux usées domestiques	3
2-2 - Les eaux usées industrielles	3
2-3 - Les eaux usées agricoles	4
2-4 - Les eaux pluviales et de ruissellement	4
3 - Les maladies hydriques	4
II - Les étapes de traitement des eaux usées.....	5
1 - Filière de traitement eau	5
1-1 - Réception des eaux usées et pompage.....	5
1-2 - Prétraitement	6
1-2-1 - Dégrillage fin.....	6
1-2-2 - Dessablage- déshuilage	6
1-3 - Traitement primaire (Décantation primaire)	7
1-4 - Traitement secondaire par boue activée	7
1-4-1 - Traitement biologique	7
1-4-2 - Dégazage	8
1-4-3 - Clarification.....	8
2 - Filière de traitement boue.....	9
2-1 - Epaississement des boues primaires.....	9
2-2 - Flottation des boues secondaires	10
2-3 - Bassin des boues non digérées	10
2-4 - Digestion	10
2-5 - Déshydratation	11
2-6- Chaulage.....	11
2-7- Stockage des boues dans le hall de stockage.....	12

3 - Filière de traitement gaz	12
3-1 - Désulfuration.....	13
3-2 - Stockage de biogaz.....	13
3-3 - Cogénération du biogaz.....	13
3-4 - Torchère	14
III - La recherche de la microfaune dans les bassins biologiques	14
1 - Les protozoaires	14
2 - Les métazoaires	14
Partie II : méthodes et matériel	15
I - Procédure des analyses physico chimiques	15
1 - Echantillonnage des eaux usées	15
2 - Analyse et méthodologie	15
2-1 - Demande biochimique en oxygène	15
2-2 - Demande chimique en oxygène	16
2-3 - Détermination des poly Phénols.....	17
II - Observation microscopique à l'état frais de la microfaune.....	17
1 - Préparation de l'échantillon.....	17
2 - Observation	17
Partie III : Résultats et Discussion	18
I - Résultat des analyses effectués pendant le mois d'avril	18
1 - Analyses physico-chimiques	18
2 - Recherche de la microfaune microscopique.....	19
II - Résultat des analyses effectués pendant le mois de mai	21
1 - Analyses physico-chimiques	21
2 - Recherche de la microfaune microscopique.....	22
Conclusion.....	25
Références	26

Introduction

L'eau est une ressource vitale pour l'homme. Elle est utilisée pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

La pollution de l'eau est provoquée par le rejet des eaux usées générées par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles.

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement, mais aussi entraîner des risques de pénurie et de santé; d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur.

Pour palier à ces problèmes, une station de traitement des eaux polluées (STEP) a été réalisée, afin de traiter les eaux usées de la ville, avant de les rejeter dans l'Oued Sebou.

La station d'épuration des eaux usées de la ville de Fès, compte parmi les plus grandes stations aux Maroc, d'une capacité de 1,2 million équivalent habitant. Elle traite tout type d'eau usée (domestique, agricole, industrielle). A la sortie de STEP-Fès l'eau épurée, est jetée dans le milieu naturel, et accompagnée par une production de quantités non négligeables de boues dont il faut s'en débarrasser.

C'est dans ce cadre que se situe mon projet de fin d'études, effectué dans la STEP de Fès, afin de suivre les divers traitements, que subissent les eaux usées et les problèmes rencontrés au cours de ces traitements.

La STEP reçoit des rejets industriels, essentiellement des margines qui, en entrant à la station perturbent par leurs toxicité, le traitement biologique des eaux usées et nuisent le développement de la microfaune. Pour remédier à ces problèmes, une amélioration au niveau de l'aération a été entretenue, pour exploiter les performances des réacteurs biologiques, où s'effectue la dégradation de la matière organique.

L'objectif de présent travail, consiste à suivre l'effet de l'aération sur les performances épuratoires des eaux usées et sur le développement de la microfaune dans les bassins biologiques.

Le mémoire est réparti en trois parties :

- Une étude bibliographique sur les eaux usées et les principaux types de traitement de ces eaux
- Matériel et méthodes qui comportent les analyses physico-chimiques effectuées sur les différents types d'eaux et la recherche de la microfaune impliquée dans le traitement des bassins biologiques.
- Résultats et discussions.

Présentation de la STEP-Fès

La station d'épuration de Fès est un centre de traitement des eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou domestiques , qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme ou des eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel.

Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables avant le rejet dans le milieu récepteur. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter.

La station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. Les déchets de traitement des eaux dans la station d'épuration sont transformés sous forme de boues.

Cette station élimine les polluants de l'eau à l'aide des procédés suivants :

- ✓ Traitement mécanique: élimination des déchets par tamisage et décantation.
- ✓ Traitement biologique: élimination des matières organiques et minérales par la culture microbienne et par ajout d'oxygène via l'aération.



Figure 1: Image satellite de la STEP

Partie 1 : Etude bibliographie

I - Généralités

1 - Les eaux usées

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. On groupe sous ce nom, des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines.

2 - Les types des eaux usées

2-1 - Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont constituées par les eaux ménagères et les eaux vannes.

➤ Les eaux vannes représentent environ le tiers des eaux usées domestiques, issues des toilettes, elles sont constituées par les matières fécales et les urines et contiennent notamment des matières minérales, de la cellulose, des glucides...etc. Elles sont riches en germes microbiens.

➤ Les eaux ménagères quant à elles, regroupent l'ensemble des autres rejets : eaux de cuisine, de bain, eaux de lessive. Elles contiennent des matières en suspension, des matières dissoutes organiques ou minérales, des graisses, des savons et divers détergents.

Les eaux usées domestiques gardent une composition relativement stable et prévisible, il n'en est pas de même pour les eaux usées industrielles.

2-2 - Les eaux usées industrielles

Elles sont caractérisées par leur grande diversité et comprennent :

- Les eaux à charge minérale dominante représentées par les rejets des industries minières, Carrières...etc. Ces eaux sont très chargées en matières en suspension.
- Les eaux à charge organique dominante issues des industries agro-alimentaires (abattoirs, tanneries, laiteries, brasseries). Elles sont chargées en matières organiques biodégradables
- Les eaux à caractère toxique rejetées par l'industrie chimique. Leur composition peut inhiber les processus d'épuration biologique en station intensive (boue activée, disques biologiques) ou extensive (lagunage). [1]

Au niveau de la ville de Fès, les rejets les plus importants sont ceux des margines produite en grande quantité pendant la saison oléicole.

Les margines sont peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (poly phénols, acides gras volatiles, insecticides, etc.) qu'elles contiennent. Elles sont le plus souvent

rejetées dans des récepteurs naturels, des cours d'eau, sans aucun traitement préalable. Par ce mode d'élimination des effluents, les eaux souterraines peuvent être polluées, ce qui risque d'affecter la qualité de l'eau potable.

2-3 - Les eaux usées agricoles

L'agriculture est le secteur produisant le plus d'eaux usées, en termes de volumes. On peut citer comme sources de pollution des eaux :

L'utilisation massive d'engrais minéraux, les pesticides, les polluants liés à l'élevage (matières organiques, mais aussi antibiotiques, vaccins et autres hormones de croissance dont les résidus finissent dans les milieux aquatiques).

2-4 - Les eaux pluviales et de ruissellement

Elles sont issues du ruissellement de l'eau de pluie, et peuvent provoquer des pollutions importantes des cours d'eau. Ces eaux se chargent :

- D'impuretés, au contact de l'air (fumées industrielles, résidus de pesticides...)
- De résidus déposés, en ruisselant sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds).

3 - Les maladies hydriques

Les eaux usées sont très chargées en différents types de polluants qui peuvent avoir un impact sur l'environnement et sur la santé humaine :

Des matières minérales

Tel que phosphore, azote, potassium et des métaux lourds. Ces dernières peuvent pénétrer dans le corps humain par inhalation, ingestion ou exposition cutanée. Ils sont responsables de bon nombre de maladies comme le saturnisme pour le plomb, la maladie de Minamata pour le mercure, la maladie du pied noir pour l'arsenic. [4]

Des Composés organiques toxiques

Ces éléments sont issus des rejets industriels et urbains et de la dissolution par l'eau de pluie. Ces matières organiques solubles sont attachées fréquemment à l'origine de la coloration de l'eau ou de mauvais goût. Ces polluants peuvent avoir des effets néfastes sur la santé de l'homme.

Des microorganismes pathogènes :

Les eaux usées sont très chargées en microorganismes provenant de la matière fécale des organismes vivants. Ces germes peuvent être soit des bactéries, des virus, des champignons des protozoaires ou métazoaires. Elles sont à l'origine de nombreuses maladies liées à la consommation de l'eau contaminée.

Tableau 1 : Les principaux pathogènes contenus dans les eaux usées et les maladies engendrées
(Mustin, 1987 ; cité par Souidi, 2003 d'après Hunt, 1984)

Type d'organisme		Pathogène	Maladie ou trouble
Virus		<i>Entérovirus</i> <i>Polio</i>	Méningite encéphalite Poliomyélite
Bactéries		<i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i> et <i>E. Coli</i> <i>Shigella sp</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Cholera Fièvre Shigellose Tuberculose
Protozoaires		<i>Amibes</i> <i>Coccidies</i>	Dysenterie amibienne Coccidioses
Animaux Parasites Pluricellulaires	Nématode Cestodes	<i>Ascaris</i> <i>Toxocara</i> <i>Ténia</i>	Parasite intestinal Parasite des chiens et chats Intestin

II - Les étapes de traitement des eaux usées

1 - Filière de traitement eau

Le traitement des eaux usées est un procédé élaboré pour protéger l'environnement et la santé de l'homme. Ce traitement passe par les étapes suivantes : Réception des eaux usées, prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire.

1-1 - Réception des eaux usées et pompage

A cette étape, les eaux usées arrivent gravitairement à la station de pompage. Elles sont dégrillées au moyen d'un dégrillage grossier, qui servent à retirer les grands déchets dont l'épaisseur

supérieur à 5 cm. Elles sont ensuite relevées à l'aide d'un ensemble de pompes qui alimentent le prétraitement.



Figure 2 : Dégrilleur grossier

1-2 - Prétraitement

Le prétraitement des eaux usées vise à extraire des effluents, la plus grande quantité possible des matières grossières (les chiffons, les plastics..) et d'éléments susceptibles de gêner les traitements ultérieures (sables, huiles). Il comprend :

1-2-1 - Dégrillage fin

Le dégrillage fin permet de retenir les déchets volumineux. En effet, ces dernières ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique, il faut donc les éliminer mécaniquement par des grilles plus fines (1cm)



Figure 3 : Dégrilleur fin

1-2-2 - Dessablage- Déshuilage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter leurs dépôts dans les canaux et à protéger les pompes

contre l'abrasion. Les sables recueillis par raclage en fond de bassin sont envoyées à l'aide des pompes à sables vers les classificateurs où la séparation eau-sable.

Les huiles et autres graisses, moins denses que l'eau, ont une tendance naturelle à remonter à la surface. Pour accélérer ce phénomène, l'eau est soufflée, aérée, pour émulsionner les graisses.



Figure 4 : Dessableur - Déshuileur

1-3 - Traitement primaire (décantation primaire)

La décantation primaire consiste à éliminer environ 80% des matières en suspension (les matières solides). Celle-ci décante au fond du bassin, constituant les boues primaires. Elles sont récupérées ensuite par raclage du fond de bassin, puis acheminées vers des épaisseurs.



Figure 5 : Décanteur lamellaire

1-4 - Traitement secondaire par boue activée

1-4-1 - Traitement biologique

Dans une station d'épuration biologique la pollution organique est dégradée par des microorganismes présents dans un milieu appelé «boues activées » et par l'oxygène apporté par les

aérateurs. Pendant le processus d'épuration les micro-organismes se développent sous forme de floccs bactériens. Ces dernières sont ensuite séparées de l'eau épurée par décantation.



Figure 6 : Bassins biologiques

1-4-2 - Dégazage

Il consiste à éliminer l'excès d'oxygène présent dans l'eau avant son passage vers l'étape de clarification dans les ouvrages profonds. Le but de cette élimination est d'éviter le phénomène de corrosion.



Figure 7 : Dégazeur

1-4-3 - Clarification

C'est la dernière étape de l'épuration de l'eau. Le procédé consiste à séparer l'eau des boues formées suite à la dégradation des matières organiques. Cette technique de décantation est appliquée dans des bassins spéciaux «clarificateurs ».

Les boues biologiques décantées sont recyclées vers le bassin d'aération pour renouveler la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation, tandis que les boues en excès sont extraites vers la filière boue.



Figure 8 : Clarificateur

Après cette étape l'eau est rejetée dans la nature. Mais, elle n'est pas encore tout à fait claire et elle n'est pas bonne à la consommation. Pour autant, elle est suffisamment propre pour être rejetée dans la nature sans danger pour les écosystèmes.

2 - Filière de traitement boue

Les boues d'épuration sont constituées de bactéries mortes et de matière organique minéralisée. L'accroissement régulier du volume des boues générées par le traitement des eaux, lié à la fois au développement démographique et à l'extension urbaine. Le traitement se fait pour réduire leur volume et les transformer en un produit valorisable.

Le traitement de la boue se déroule selon les étapes suivantes : l'épaississement, la flottation, la digestion, le stockage de la boue et la déshydratation.

2-1 - Epaississement des boues primaires

L'épaississement consiste à une réduction de volume des boues issues de traitement primaire. Il permet en effet, d'optimiser les étapes suivantes de conditionnement, de stabilisation et de déshydratation en réduisant les tailles des ouvrages et les coûts d'exploitation.



Figure 2 : Epaississeur

2-2 - Flottation des boues secondaires

La boue biologique issue des clarifications va être dirigée vers les flottateurs où on injecte un polymère en présence de l'eau saturé en air appelée : eau pressurisée (ou eau boueuse) afin d'agglomérer les boues en floccs et d'assurer une première séparation liquide /solide.



Figure 10 : Flottateur

2-3 - Bassin des boues non digérées

Il sert à stocker les boues qui ont subi un épaississement (épaississeurs), une flottation (flottateur), les graisses et les huiles venant des prétraitements, avant être pompées vers les digesteurs anaérobies.



Figure 11 : Bassin des boues non digérés

2-4 – Digestion

Les boues non digérées vont passer vers un digesteur pour :

- Réaliser une réduction en masse des boues produits
- Réduire les matières organiques présentes dans les boues de manière à obtenir une stabilisation des boues
- Produire de l'énergie grâce à la production de biogaz généré par la digestion

Pour réaliser ce processus il est nécessaire de créer les conditions de développement des bactéries spécifiques à la digestion : absence d'oxygène, température et temps de séjour pour produire le biogaz



Figure 12 : Digesteur

2-5 - Déshydration

La déshydratation mécanique des boues est une étape qui permet d'éliminer la teneur en eau des boues de manière à les rendre soit pelletable (siccité de 16 a 30%), soit solides (siccité supérieure a 30%).

La technique de déshydratation utilisée à la STEP de Fès est la déshydrations par filtre à bande.



Figure 13 : Filtre à bande

2-6 - Chaulage

Un chaulage des boues sera réalisé pour éviter que les boues déjà stabilisées par la digestion ne fermentent pas pendant leur stockage.



Figure 14 : Chaulage

2-7 - Stockage des boues dans le hall de stockage

Le stockage des boues déshydratées assure un lien souple entre la fin du traitement des boues et l'acheminement de celles-ci vers la décharge publique.



Figure 15 : Hall de stockage

3 - Filière de traitement gaz

Le biogaz est produit pendant la digestion anaérobie par transformation des matières organiques contenus dans les boues en méthane et en gaz carbonique.

Au niveau de la STEP, le biogaz suit le cheminement suivant : Désulfuration, stockage et cogénération.

3-1 - Désulfuration

Consiste à éliminer les acides toxiques résultant du biogaz comme l'acide sulfurique et l'hydrogène sulfuré qui ont des effets nocifs : les corrosions dans les tuyauteries, les armatures et les moteurs des différents équipements. Les thiobactéries oxydent l'hydrogène sulfuré (H_2S) grâce à l'oxygène de l'air en soufre alimentaire. L'activité de ces bactéries dépend seulement de la concentration en oxygène.



Figure 16 : Désulfure d'un biogaz

3-2 - Stockage de biogaz

Le méthane issu de la fermentation anaérobiques est ensuite stocker dans des gazomètres à membrane souple constituée par une double membrane avec une capacité de 3000 m³ sous pression contrôlée.



Figure 17 : Gazomètre

3-3 - Cogénération du biogaz

La cogénération est un système qui produit à la fois et dans la même installation de l'énergie mécanique et de l'énergie thermique.

- ✓ l'énergie mécanique va transformer en énergie électrique grâce à l'alternatif et qui est ensuite consommé par l'installation
- ✓ l'énergie thermique est utilisée pour le chauffage et la production d'eau chaude à l'aide d'un échangeur.



Figure 18 : Unité de cogénération

3-4 - Torchère

Dans le cas où on se trouve devant une production excessive du biogaz qui dépasse la capacité du générateur, on brûle l'excès dans une torchère à flamme invisible.

III - La recherche de la microfaune dans les bassins biologiques

La microfaune joue un rôle de prédateur des bactéries isolées et des bactéries mortes et ainsi participe à la clarification des effluents. Selon l'organisation cellulaire des microorganismes, on distingue deux familles principales :

1 - Les protozoaires

Ce sont des organismes eucaryotes, unicellulaires, mobiles et de taille pouvant aller de 1 à 500 μm . Ils se nourrissent essentiellement de bactéries et de molécules organiques dissoutes. Le rôle principal de ces protozoaires est avant tout la clarification de l'effluent par prédation des bactéries libres. Les protozoaires sont de très bons indicateurs du fonctionnement des stations d'épuration. En effet cette microfaune est très sensible aux modifications environnementales : substrats, oxygène dissous, toxiques... [2]

2 - Les métazoaires

Les métazoaires sont des organismes pluricellulaires dont la taille peut aller de 100 μm à 1 mm. Leur organisation cellulaire est plus complexe que celle des microorganismes unicellulaires et leur cycle de croissance est très lent. [2]

Partie II : Méthodes et Matériel

Dans ce travail, nous nous sommes intéressées à l'évaluation des performances des bassins biologiques après une amélioration au niveau des aérations. Pour cela nous avons fait le suivi de DBO₅, DCO et poly phénols à l'entrée et à la sortie du traitement secondaire pendant le mois de mai.

Au sein de ces bassins, existe des germes qui se multiplient ultérieurement et qui peuvent influencer par cette amélioration. A cet égard nous avons effectué leur suivi par une recherche microscopique.

I - Procédure des analyses physico chimiques

1- Echantillonnage des eaux usées

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier ses caractéristiques physicochimiques. Ils ont été effectués en utilisant un échantillonnage automatique équivalant à une série de prises ponctuelles effectuées avec une périodicité de temps et de débit prédéfinie. [3]



Figure 19 : Préleveur d'échantillon

2- Analyse et méthodologie

2-1 - Demande Biochimique en Oxygène

La DBO₅ est la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la dégradation des matières organiques décomposables par les processus biochimiques induits par des microorganismes, exprimée en (mgO₂ /l).

La détermination de la DBO₅ sert à :

- Evaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et les sorties de stations d'épuration biologique
- Déterminer les besoins en O₂ des bassins de boues activées

Pour déterminer la DBO₅ d'une eau usée, un échantillon d'eau usée est placé 5 jours à l'abri de la lumière (cellule noire) à une température de 20°C. La consommation d'oxygène est alors mesurée.

L'échantillon reste placé dans le noir de manière à éviter les réactions photosynthétiques de l'algue présente.



Figure 20 : DBO₅ mètre

2-2 - Demande Chimique en Oxygène

La DCO correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, toute les matières organiques (et inorganique oxydables) présentes dans un échantillon donné. Elle s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène.

certaines matière organiques sont difficilement biodégradables par les micro-organismes et pour oxyder ces matières un oxydant chimique fort est indispensable « le dichromate de potassium ». Ce dernier est utilisé pour la détermination de la concentration en DCO d'une eau.



Figure 21 : Les kits de DCO



Figure 22 : Blok chauffant

2-3 - Détermination des poly phénols

Dans les eaux usées, les poly phénols proviennent principalement des industries chimiques et pétrochimiques (les usines des olives) ainsi des déchets domestiques.

La méthode des kits est basée sur le développement d'une coloration entre les poly phénols et l' amino-4 antipyrine. Elle permet la détermination de l'indice des poly phénols des eaux exprimé en mg/L.



Figure 23 : Les kits de phénols

II - Observation microscopique à l'état frais de la microfaune

1 - Préparation de l'échantillon

Pour effectuer le prélèvement, on utilise un récipient d'un litre ou minimum et pourvu d'un large ouverture. Le moment et le lieu de prélèvement ont leur importance. L'analyse des échantillons est effectuée dans le quart d'heure après le prélèvement.

2 - Observation

Il s'agit de la préparation usuelle et fondamentale dite à l'état frais de l'échantillon de biomasse en vue de son observation.

Un état frais consiste en trois opérations successives :

- L'étalement d'une goutte de prélèvement liquide à étudier sur une lame de préparation microscopique
- Le recouvrement de la goutte par une lamelle de microscope
- L'observation de la préparation au microscope sous un éclairage normal ou mieux à contraste de phase

Partie III : Résultat et Discussion

Pour pouvoir évaluer les performances de traitement des eaux usées au niveau de la STEP-Fès, nous avons effectué des analyses quotidiennes à l'entrée et à la sortie des bassins, pendant le mois de mai.

Ces résultats sont comparés avec celles du mois d'avril pendant lequel la station reçoit les eaux riches en margines (la période de production des huiles d'olives).

L'impact des protozoaires sur ces performances ont été également étudié, pour cela le suivie de ces espèces dans les bassins biologiques ont été effectuées durant les deux mois d'avril et mai.

I - Résultat des analyses effectués pendant le mois d'avril

1 - Analyses physico-chimiques

Les résultats sont représentés dans les figures ci-dessous :

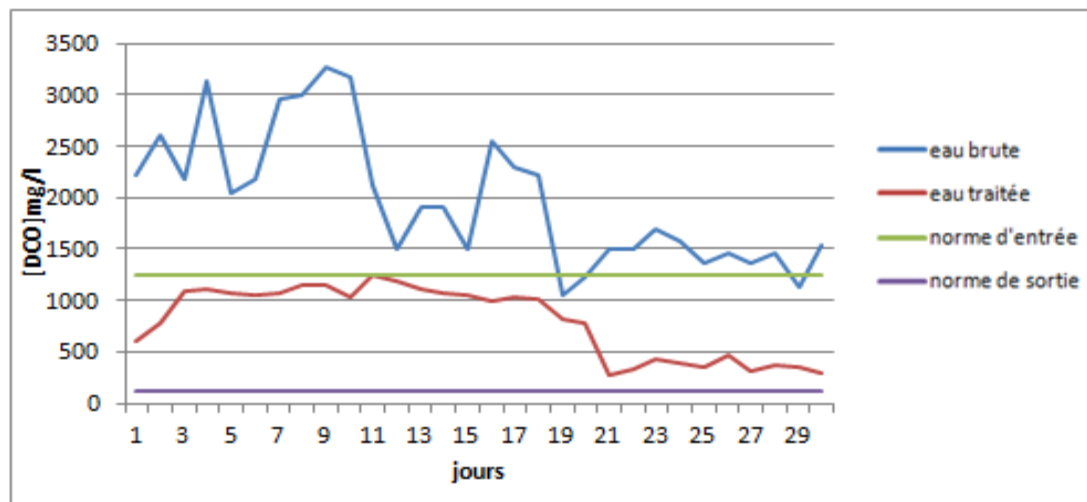


Figure 24 : Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP(Avril)

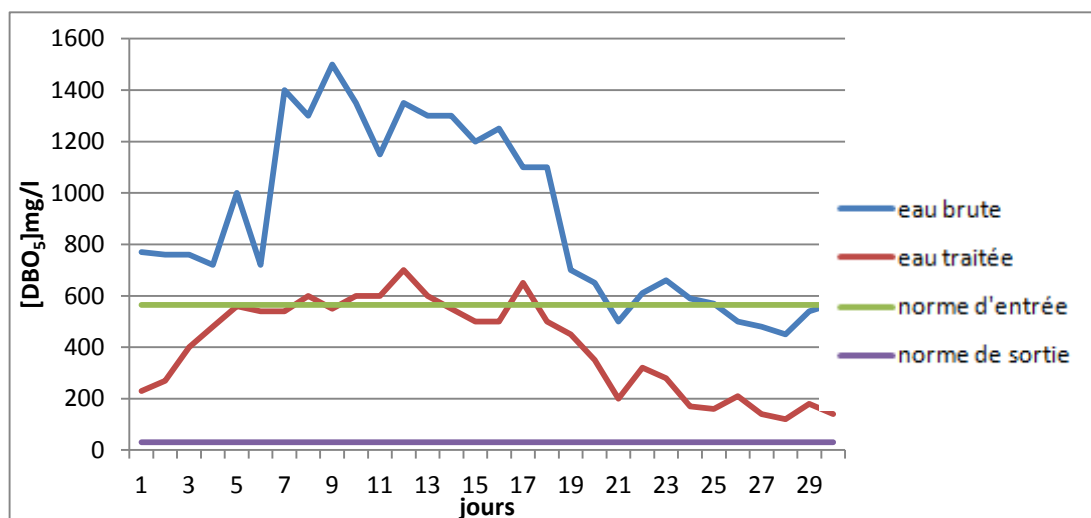


Figure 25 : Evolution de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril)

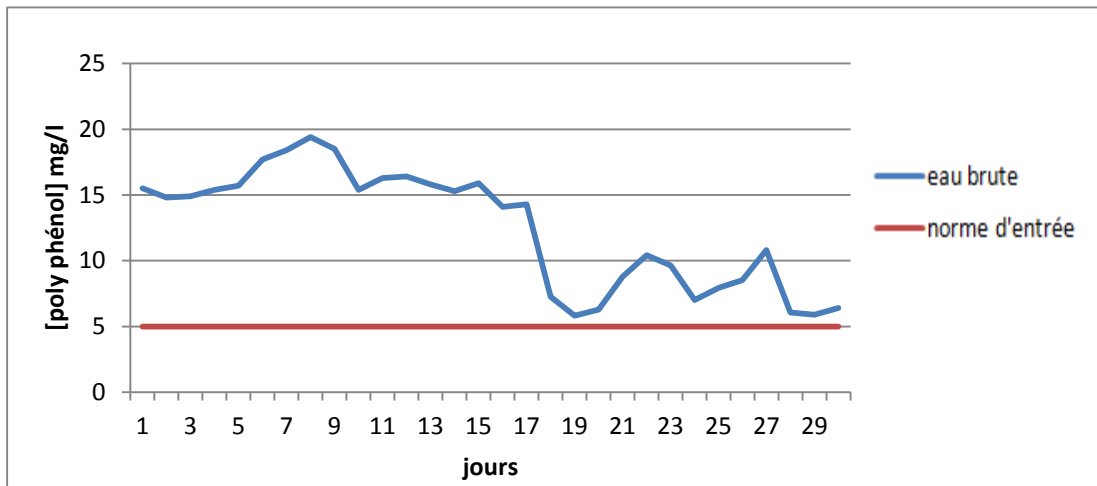


Figure 3 : Evolution des poly phénols à l'entrée de la STEP (Avril)

Les figures ci –dessus nous permettent de constater que les courbes évolutives des composés phénoliques présentent la même allure que celle de l'évolution de la DCO et de la DBO₅.

A l'entrée de la station les valeurs de ces paramètres sont très élevées. Ces teneurs dépassent de loin celle fixées par les normes marocaines. Ceci du à la présence d'une charge organique importante apportée par les margines, très riches en matières organiques et en poly phénols.

A la sortie de la station les valeurs de la DCO et de la DBO₅ restent au dessus des normes à cause de la très grande quantité des margines. Qui sont des composés hautement toxique, responsables des sérieux dégâts environnementaux. La toxicité des margines est attribuée aux composés phénoliques non biodégradables qui empêchent l'activité spécifique de la microfaune dans les bassins biologiques. Par conséquent, ces espèces ne peuvent plus tolérer les concentrations élevées en poly phénols, ce qui rend la dégradation de matière organique difficile. En plus, les margines contiennent une proportion des sucres réducteurs qui provoque la prolifération de certain microorganismes qui y profitent comme substrat, ceci diminue la disponibilité de l'oxygène pour d'autres Organismes et amène un déséquilibre des bassins de traitements.

2 - Recherche de la microfaune microscopique

Parmi la microfaune responsable de la dégradation de la matière organique qui renseigne sur le bon fonctionnement des bassins de traitement que nous avons recherché pendant le mois d'avril (période de margines). On cite les espèces suivantes :

➤ *Euplotes*

C'est un taxon qui possède une carapace ondulée. Elle a une forme allongée, une taille importante et des périodes de mobilité séparées par des pauses. Par une vue de dessus ou dessous, on voit des cirres sur la face ventrale.

⇒ Sa présence indique une faible charge dans les bassins biologique. La forte charge organique des margines détruit totalement la faune et la flore aquatique par absorption de tout ou une partie de l'oxygène dissous dans de l'eau.



Figure 27 : *Euplotes* à 1000X

➤ *Arcella* sp.

Ce genre d'amibe possède une carapace circulaire, quant on le voit par le dessus ou dessous, transparente, lisse et avec une ouverture centrale par ou sorte les pseudopodes. Sa dimension varie entre 3 à et 250 μm et ses pseudopodes sont très difficile à observer.

⇒ L'amibe *Arcella* est présente dans les installations qui fonctionnent à faible charge.

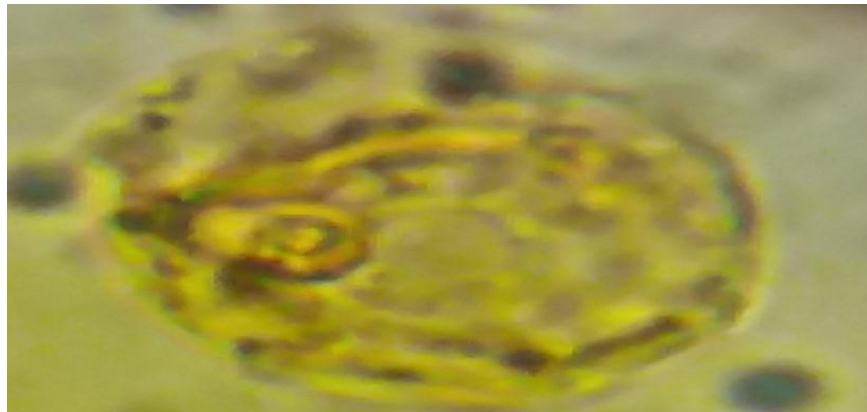


Figure 28 : *Arcella* sp. à 1000X

➤ Les rotifères

Les rotifères ont une taille supérieur à 150 μm . Leur corps est lisse et ne présente pas de cils.

⇒ Leur présence en grand nombre peut indiquer la formation de dépôts à l'intérieur du bassin d'aération ou du décanteur. Dans notre cas ils sont rarement rencontrés.



Figure 29 : **Rotifères** à 1000X

II - Résultat des analyses effectués pendant le mois de mai

1 - Analyses physico-chimiques

Les résultats sont représentés dans les figures ci-dessous :

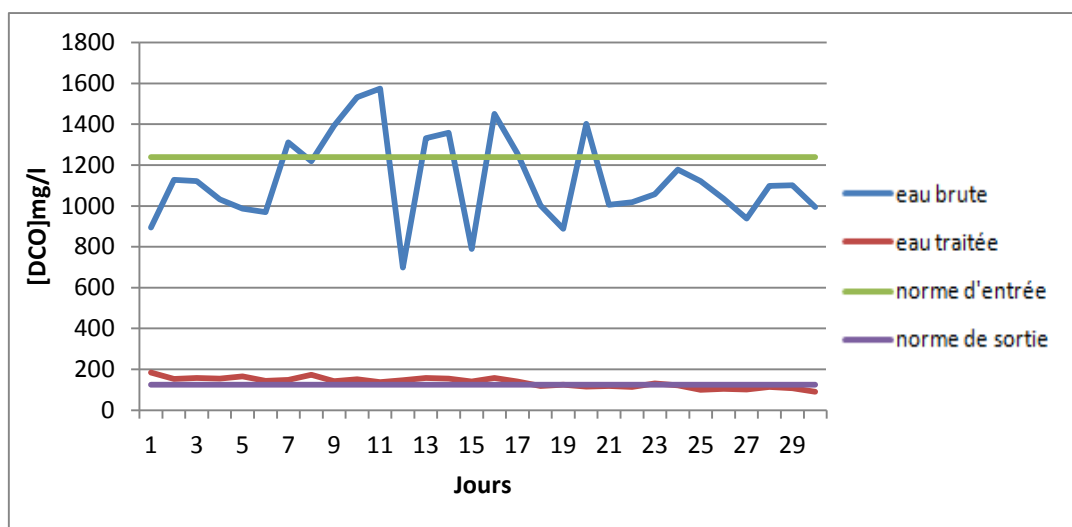


Figure 30 : Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de STEP (Mai)

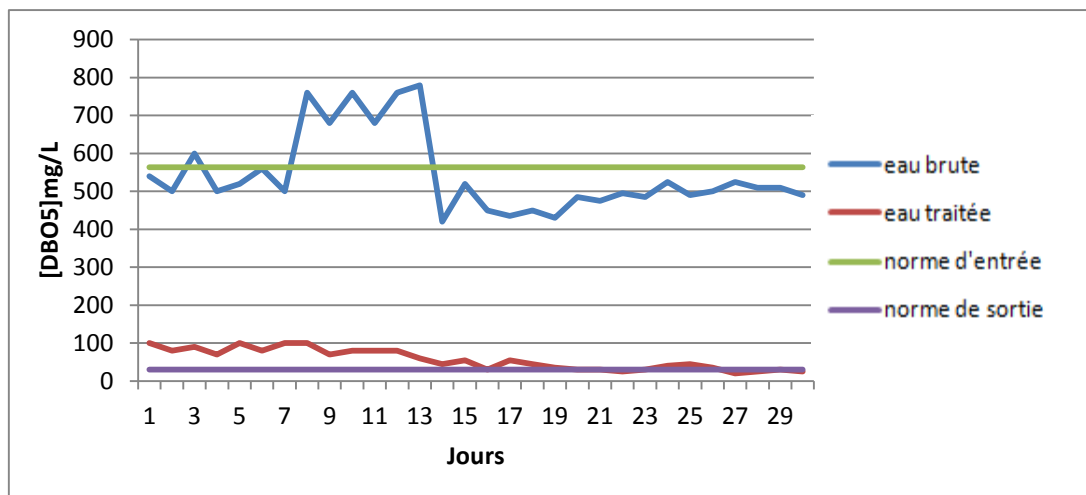


Figure 31 : Evolution de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mai)

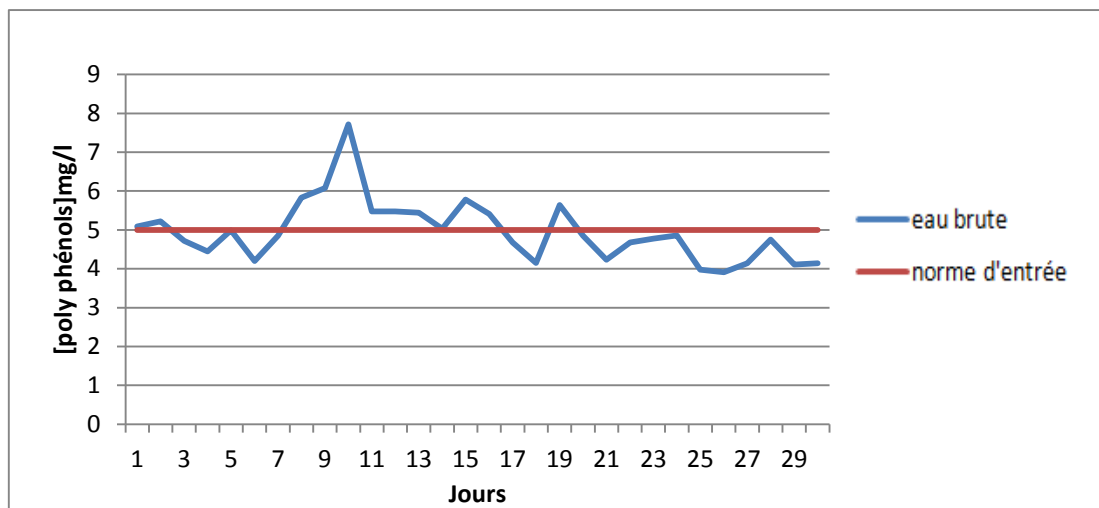


Figure 32 : Evolution des poly phénols à l'entrée de la STEP (Mai)

A l'entrée de la STEP, les valeurs des poly phénols, de la DBO₅ et de la DCO restent inférieures à la norme à l'exception de quelques points (8, 10, 12, 13 et 15) où ils sont élevés. Ce qui est en relation avec la fin de la saison oléicole et donc une faible part des margines.

A la sortie de la STEP, les valeurs de la DCO et de la DBO₅ demeurent élevées pendant les premiers jours, ce qui montre que les bassins biologiques sont encore affectés par l'effet toxique des poly phénols.

A partir du 16^{ème} jours il ya une diminution de la DCO et de la DBO₅ grâce à l'amélioration de l'aération qui accélère la régénération de la microfaune. Ainsi apparaît l'importance de l'aération, considérée comme la composante la plus critique d'un système de traitement par boues activées.

En effet, un approvisionnement en oxygène important et uniformément réparti dans un système d'aération est la clé d'un traitement rapide, et efficace. La microfaune présente dans les eaux usées utilise l'oxygène fourni pour décomposer les matières organiques dissoutes, en matières facilement récupérables au niveau de traitement secondaire. Sans la présence d'oxygène en quantité suffisante la dégradation doit se produire dans des conditions anaérobiques lentes, odorantes et générant des conversions incomplètes des polluants.

2 - Recherche de la microfaune microscopique

➤ *Trithigmostoma*

Possède des dimensions plus importantes (entre 75 et 300 µm), à bec antérieur prononcé et un nombre supérieur de vacuole contractiles.

⇒ Sa présence indique qu'il ya une bonne épuration.

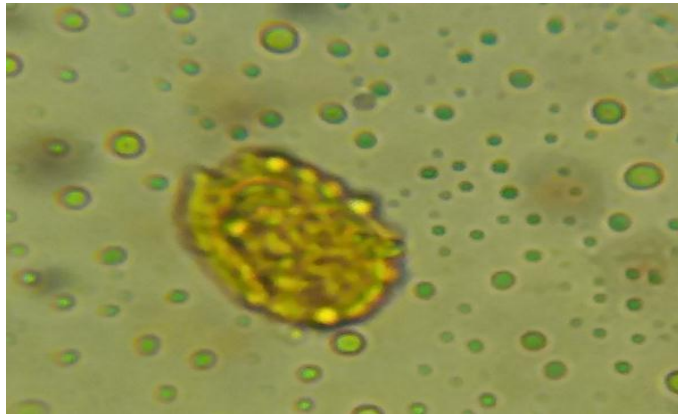


Figure 33: *Trithigmostoma* à 1000X

➤ *Vorticelle*

La vorticelle possède un pédoncule à fibrille musculaire. Elle a une taille petite (longueur entre 25 et 50 μm) avec un péristome à peu près égale au diamètre le plus large du corps. Elle vit isolément ou en colonies.

⇒ Sa prédominance est associée à une bonne oxygénation.



Figure 34 : *Vorticelle* à 1000X

➤ *Litonotus*

C'est un Cilié doté d'un corps allongé et flexible, il a une forme en faisceau et sa taille varie de 50 à 200 μm

⇒ Il se rencontre souvent dans des stations à charge moyenne.

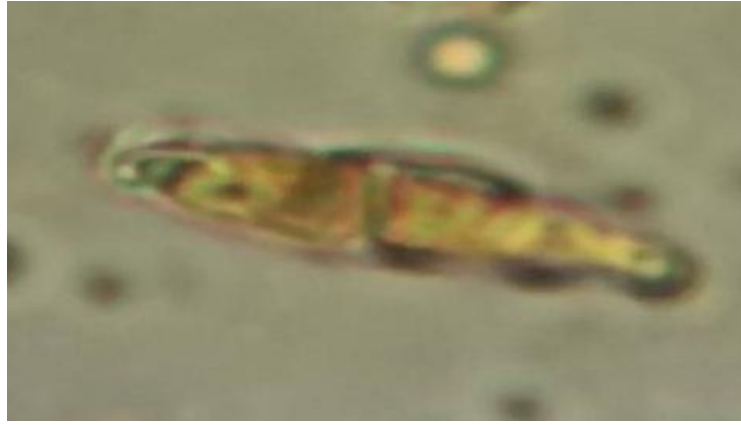


Figure 35 : *Litonotus* à 1000X

➤ *Podophrya sp.*

Se sont des protozoaires ayant un corps arrondi. Les tentacules sont réparties sur la surface de son corps, avec une taille varie de 100 à 200 μm .

⇒ Il se rencontre sur des installations dans lesquelles l'effluent à une qualité moyenne.



Figure 36 : *Podophrya sp.* à 1000X

Conclusion

Le présent travail de fin d'étude est effectué au sein de la Station d'épuration des eaux usées de Fès.

La STEP connaît souvent des problèmes de dysfonctionnement et des difficultés de traitement par la biomasse au niveau des bassins d'aération. Les principaux dysfonctionnements rencontrés sont liés à la présence des composés toxiques tels que les hydrocarbures.

Leur présence dans les eaux usées perturbe le fonctionnement des bassins biologiques et affecte le développement des microorganismes (augmentation de la DBO₅, de la DCO, et des polyphénols). D'autre part, la microfaune trouvée reste très faible et confirme qu'il y a une faible charge microbienne (*Euplotes*, *Rotifères* et *Arcella sp.*).

L'augmentation du niveau de l'aération après la période oléicole, permet de remédier à ce problème. La microfaune présente dans les eaux usées utilise plus d'oxygène pour la biodégradation aérobie des composants polluants (diminution de la DBO₅ et de la DCO), et aboutit à la formation des flocons qui peuvent facilement se déposer. La microfaune trouvée montre qu'il y a une charge moyenne (*Vorticella*, *Trithigmostoma*, *Litonotus sp.* et *Tokophrya sp.*)

Ce stage, nous a permis de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant notre formation, et de se confronter aux difficultés réelles dans le monde du travail et du management d'équipe.

Références

- [1]**AKPO, Y.** 2006 : Evaluation de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées à la station d'épuration de cambrienne, thèse, Université Anta Diop de Dakar. 43p.
- [2]**Landolfi, D.** 2006 : Caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'images, thèse, Institut National Polytechnique de Lorraine. 142p.
- [3]**DIARRASSOUBA, L.** 2006 : Comparaison de deux modes d'échantillonnage dans l'étude des performances épuratoires du lagunage sous climat sahélien, thèse, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement.66 p.
- [4]**Lamprea, K.** 2009 : Caractérisation et origine des métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques et pesticides transportés par les retombées atmosphériques et les eaux de ruissellement dans les bassins versants séparatifs périurbains, thèse, École Centrale De Nantes.230p.